

BMUB - Umweltinnovationsprogramm

ABSCHLUSSBERICHT

zum Vorhaben:

Rauchfilteranlage mit Wärmerückgewinnung in einer Räucherei

Aktenzeichen: ZG II 4-42155-15/40

Fördernehmer:

Halko GmbH

Umweltbereich:

Abfallwirtschaft, Klimaschutz, Luftreinhaltung, Abwasser-
und -entsorgung, Energie, integrierter Umweltschutz

Laufzeit des Vorhabens:

13.12.2013 - 31.07.2014

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz,

Bau und Reaktorsicherheit

Datum der Erstellung: 29.01.2015

Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen: UBA ZG II 4-42155-15/40		Vorhaben - Nr.: 2141	
Titel des Vorhabens: Rauchfilteranlage mit Wärmerückgewinnung in einer Räucherei			
Autor: Nitsch, Stefan		Vorhabensbeginn: 13.12.2013	
		Vorhabensende (Abschlussdatum): 31.07.2014	
Fördernehmer/ -in (Name, Anschrift): Halko GmbH Große Ringstraße 38820 Halberstadt		Veröffentlichungsdatum:	
		Seitenzahl:	
Gefördert (aus der Klimaschutzinitiative) ¹ im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms des Bundesumweltministeriums			
Kurzfassung/Summary Unser Unternehmen betreibt in seinem Werk in Halberstadt in der Großen Ringstraße eine Räucherei mit 15 Heißrauchanlagen. Die Räucherei soll umwelttechnisch saniert werden. Die 15 Räucheranlagen bestehen aus: 3 VEMAG Heißrauch-/ Kaltrauchanlagen sowie 2x6 thermische Rauchkammern. Derzeit emittieren die Räucheranlagen 6.000 m ³ /h Heißrauch, der über eine alte unzureichend funktionierende Abluftwäscheranlage geführt wird. Ziel der Sanierung ist neben der Verbesserung der Abluftemissionen auch die Rückgewinnung der in der Abluft enthaltenen Energie. Da unser Betrieb große Mengen an Kesselspeisewasser zur Herstellung von Prozessdampf benötigt, soll die WRG - Anlage zur Erwärmung des Stadtwassers auf Kesselspeisewassertemperatur eingesetzt werden. Aufgrund der hohen Auslastung der Räucheranlagen sehen wir ein jährliches Energie-Einsparpotential von bei der zeitigen Energiepreisen ca. 9.600 €. Die Firma KMA Umwelttechnik hat diesbezüglich einen Lösungsvorschlag ausgearbeitet. Er sieht eine Abluftbehandlungsanlage, bestehend aus einem Grobelektrofilter zur Teerabscheidung, einem integrierten Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung, einer CIP-Anlage zur Reinigung der Komponenten und einen Plattentauscher zur Übertragung der Wärme auf eine Sekundärkreis vor.			
Schlagwörter Räucheranlage, Emissionsminderung, Wärmerückgewinnung, Abluftreinigung			
Anzahl der gelieferten Berichte Papierform: Elektronischer Datenträger:		Sonstige Medien: Veröffentlichung im Internet geplant auf der Homepage: www.	

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

- 1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens
- 1.2 Ausgangssituation im Unternehmen

2. Vorhabensumsetzung

- 2.1. Ziel des Vorhabens
- 2.2. Darstellung der technischen Lösung
- 2.3. Darstellung der Umsetzung des Vorhabens
- 2.4. Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)
- 2.5. Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

3. Ergebnisse

- 3.1. Bewertung der Vorhabensdurchführung
- 3.2. Stoff- und Energiebilanz
- 3.3. Umweltbilanz

4. Anlageübersicht

- Anlage 1 Lageplan
 - Anlage 2 Anlage
 - Anlage 3 Bericht der Ergo GmbH
-

1. Einleitung

1. 1. Kurzbeschreibung des Unternehmens

Das Unternehmen wurde 1883 in Halberstadt von Friedrich Heine unter dem Namen Heine et Co. gegründet. Der Unternehmer schaffte es 1896 mit der bis dahin eher regional bekannten Spezialität namens „Halberstädter Würstchen“ den weltweiten Markt zu erschließen. Es wurden erstmalig Würste in einer Konserve verpackt und damit haltbar gemacht. Das Unternehmen ging 1948 in Volkseigentum über und firmierte bis zum Mauerfall unter VEB Halberstädter Fleischwaren. Mit der Übernahme 1992 durch die Unternehmerfamilie Nitsch wurde die lange Tradition der Marke Halberstädter fortgeführt und nach modernen Anforderungen weiterentwickelt.

Die Konservenprodukte werden von der Halko GmbH am Standort in Halberstadt gefertigt. Die mit zum Familienunternehmen gehörende Sasse Maasberg GmbH in Lehrte produziert die Frischprodukte des Unternehmens. Beide Betriebe, sowie das 4-Sterne-S Hotel Villa Heine gehören zur Halberstädter Würstchen- und Konservenfabrik GmbH & Co. KG. Der Vertrieb aller Produkte erfolgt durch die Halberstädter Würstchen- und Konservenvertriebs GmbH.

Heute reicht die Produktpalette von Fleisch- und Wurstkonserven (Produktion in Halberstadt) über ein reichhaltiges Angebot an frischen Produkten (Produktion vorwiegend in Lehrte) für das SB-Regal und die Frische-Theke bis hin zu Suppen und Fertiggerichten (Produktion in Halberstadt). Neuerdings werden in Halberstadt vegetarische Brotaufstriche und Suppen und in der Nähe von Braunschweig „Halal-Produkte“ (ohne Schweinefleisch) hergestellt.

Seit 1913 werden die Produkte von der DLG regelmäßig mit Gold prämiert. Im Jahr 2013 feierte das Unternehmen Halberstädter Würstchen- und Konservenfabrik GmbH & Co. KG das 130-jährige Firmenjubiläum. Die detaillierte Firmengeschichte sowie die Strukturen sind auf der Internetseite www.halberstaedter.de nachzulesen.

Heute gehören 150 bis 170 Mitarbeiter zum Unternehmen.

1.2. Ausgangssituation im Unternehmen

Die Halko GmbH betreibt zum Räuchern der Würstchen 12 Heißrauchanlagen. Derzeit emittieren die Räucheranlagen 6.000 m³/h Heißrauch. Beim Verschwelen von handelsüblichen Buchenholzspänen entstehen Tausende von Substanzen, die selbst in der Literatur nie vollständig beschrieben werden konnten.

Bis 1996 gelangten die Heißrauchgase ungefiltert in die Atmosphäre, was zu enormen Umweltbeeinträchtigungen führte. Ab 1996 wurden die anfallenden Räuchergase über zwei in Reihe geschalteten chemischen Abluftwaschanlagen gereinigt.

In diesen Anlagen wurde der Räucherrauch mit einer chemischen Waschlösung gereinigt. Zur Erhöhung der Reinigungsfläche waren die Abluftwäscher mit Füllkörpern bestückt, die sogenannten Raschig-Ringe.

Bei der Reinigung wurden ca. 100 kg feste sowie flüssige und gasförmige Stoffe wöchentlich dem Abwasser zugeführt. Dies reichte aus, um im Abgas eine Reinigung nach BImSchG zu erzielen.

Die beiden Abluftanlagen mussten mehrmals die Woche sehr aufwendig gesäubert werden. Das dabei anfallende Waschwasser mit den angefallenen Rauchrückständen konnte in die kommunalen Abwasserreinigungsanlagen eingeleitet werden. Die Abwasserreinigungsgesellschaft führte regelmäßig in wöchentlichen Abständen Kontrollmessungen durch. Diese Messungen bestätigten, dass die vom Betrieb eingeleiteten Abwässer problemlos von den Abwasserreinigungsanlagen entsorgt werden konnten.

Bei der Reinigung der anfallenden Räuchergase in den vorhandenen Waschanlagen fallen Abwasser von ca. 400 m³ je Monat an.

Mit der zukünftigen Anlage sollen mit Hilfe eines Elektrofilters die anfallenden festen und flüssigen Bestandteile des Rauchgases herausgefiltert und einer fachgerechten Entsorgung zugeführt werden.

Mit dieser Maßnahme wird die Abwasserbehandlung der Stadt Halberstadt entlastet.

Der Hauptgrund für die Erweiterung der vorhandenen Reinigungsanlage ist erstens die deutliche Verbesserung der Filterleistung und damit die Verringerung aller Emissionswerte.

Zweitens soll die natürlich entstehende Wärme dem Verbrennungsprozess über das Wärmetauschsystem entzogen werden. Die anfallende Wärmemenge soll einem anderen Wassererwärmungsprozess zugeführt werden, um damit weniger Gas/ Öl einsetzen zu müssen und dann den gesamten Emissionsausstoß des Unternehmens deutlich zu verringern.

2. Vorhabensumsetzung

2.1. Ziel des Vorhabens

Ziel des Vorhabens ist es, über einen Grobelektrofilter Teer sowie andere feste und flüssige Rauchbestandteile abzuscheiden und einer fachgerechten Entsorgung zu zuführen. Dadurch kommt es zu einer deutlichen Entlastung der bestehenden Abluftwäscheranlage und damit zu einer Verringerung der Abwasserlast an die kommunalen Abwasserbetriebe.

Der Elektrofilter besteht aus einer großen, vertikal angeordneten Metallröhre, in deren Zentrum sich eine Elektrode (Ionisator) befindet. Er filtert hochwirksam und verschleißfrei Aerosole aus der Abluft und kann dabei nicht verkleben. Elektrofilter dieser Bauart erlauben den Einsatz auch bei extrem fettigen, teer- oder ölhaltigen Abgasen. Der Rauch tritt im unteren Bereich der Röhre ein und wird im Innern vertikal nach oben geleitet. Teeraerosole und Fette werden beim Passieren der Röhre elektrostatisch aufgeladen und von der geerdeten Röhrenwand angezogen; sie lagern sich hier an (Kollektor). Die abgeschiedenen Substanzen fließen zum Teil langsam nach unten oder haften auf der Metallwand. Zum Reinigen werden die Röhren daher regelmäßig automatisch thermisch (mit Dampf) gereinigt. Der Teer wird dabei ausgeschleust und gelangt in ein Sammelfaß. Auf diese Weise werden der Abluft die wasserbelastenden Holzteer-Aerosole entzogen.

Durch den Einbau eines Wärmetauschers soll der Rächerrrauch, der beim Heißrauchverfahren mit hohen Temperaturen anfällt, abgekühlt und die dabei zurück gewonnene Energie einem anderen Erhitzungsprozess zugeführt werden. Auf diese Weise ist eine deutliche Einsparung von Brennstoffen (Gas, Öl) möglich. Die anfallende Wärmemenge soll dafür genutzt werden, Kesselspeisewasser zur Dampferzeugung vorzuwärmen. Damit die kontinuierlich anfallende Abwärme für die diskontinuierlich anfallende Abnahme genutzt werden kann, ist im Verfahren ein Pufferspeicher vorgesehen. Der Wärmetauscher ist aufgrund der im Räucherabgas enthaltenen Säuren in Edelstahl hergestellt. Er befindet sich im Abgasstrom hinter dem Teerabscheider. Trotzdem verfügt auch der Wärmetauscher wie schon der Elektrofilter über ein integriertes Reinigungssystem, denn auch die Ablagerung kleiner Reste an Teer oder sonstigen Partikeln würde im Lauf der Zeit zu einer Wirkungsgradverschlechterung führen.

Insgesamt werden durch die hier beschriebenen Maßnahmen die vorgeschriebenen Abgaswerte nach BImSchG unterschritten und die gesamte Emissionsbilanz des Unternehmens deutlich verbessert.

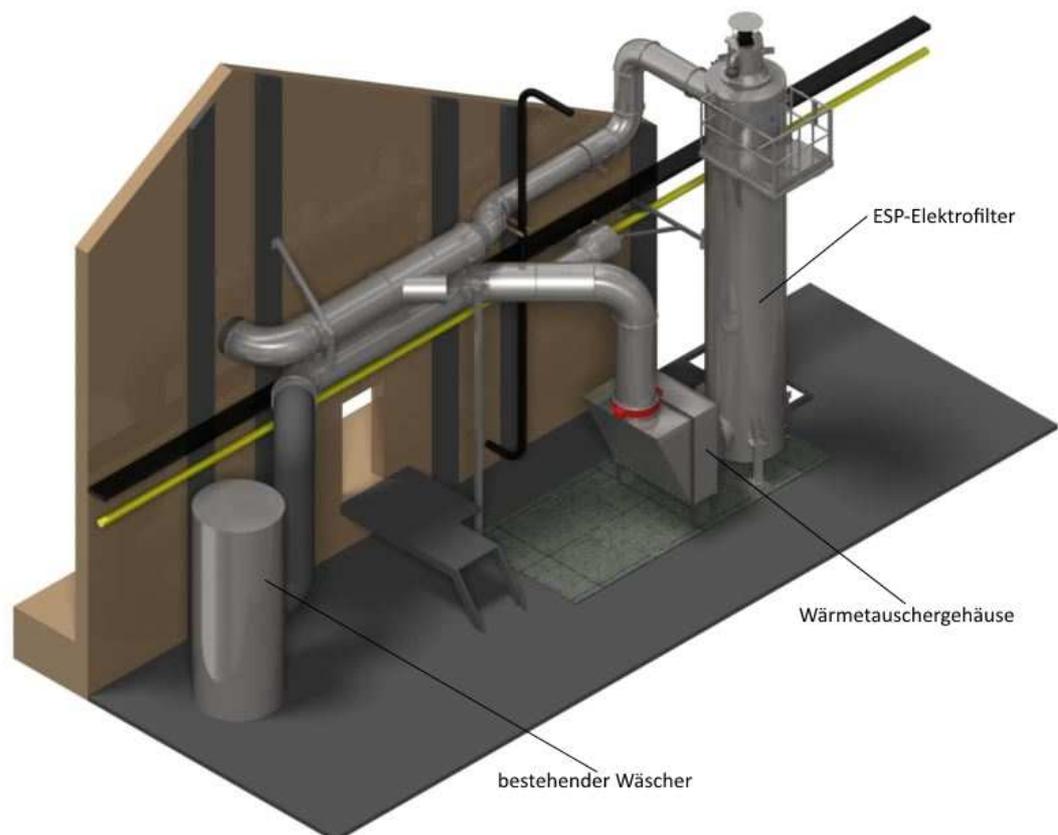
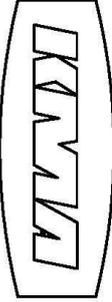
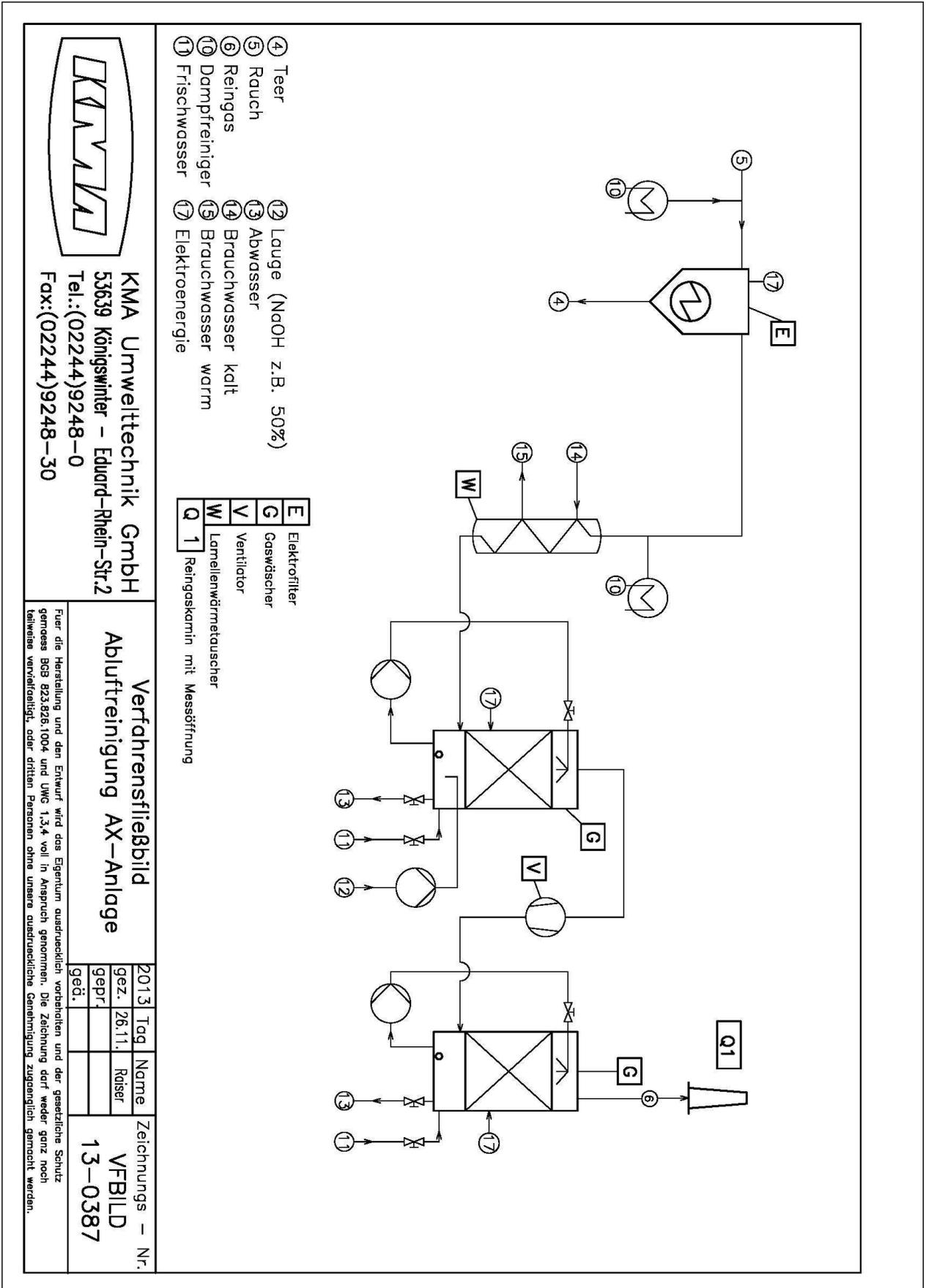


Abb.: links im Bild ist der (bereits bestehende) Wäscher abgebildet, rechts die neuen Komponenten Elektrofilter und Wärmetauscher

2.2. Darstellung der technischen Lösung

Verfahrensfließbild



KMA Umwelttechnik GmbH
 53639 Königswinter - Eduard-Rhein-Str.2
 Tel.:(02244)9248-0
 Fax:(02244)9248-30

Verfahrensfließbild Abluftreinigung AX-Anlage

2013	Tag	Name	Zeichnungs - Nr.
gez.	26.11.	Räiser	VFBILD
gepr.			13-0387
geç.			

Für die Herstellung und den Entwurf wird das Eigentum ausdrücklich vorbehalten und der gesetzliche Schutz gemäss BGG 823,828,1004 und UMG 1,3,4 voll in Anspruch genommen. Die Zeichnung darf weder ganz noch teilweise vervielfältigt, oder dritten Personen ohne unsere ausdrückliche Genehmigung zugänglich gemacht werden.

Leistungsübersicht der integrierten WRG - Anlage:

Abluftseite:	
Medium:	Wasser
Medium Eintritt-/Austritt:	15 / 50 °C
Volumenstrom:	2,48 m ³ /h
Pumpenleistung	0,2 kW
Tauscherfläche:	286,5 m ²
Abluftvolumen:	
Eintritt:	6000 m ³ /h/60 °C, 35%rh
Austritt:	5369 m ³ /h/30 °C, 79%rh
Übertragene Leistung:	100,4 kW
Schichtenspeicher im Puffertank:	
Wassereintritt/Austritt:	13/48 °C
Kapazität Wassererwärmung:	2.458 kg/h
Energiebedarf zur Wassererwärmung bei Nutzung der konventionellen Boileranlage (Gas)	

Berechnung der zur Wassererwärmung benötigten Energie:	
Wassermenge/h (kg)	2458
Einlauftemperatur °C	13
Auslauftemperatur °C	48
Differenz in K	35
Wärmemenge/h (kWh)	100,05
erforderliche Heizleistung (Systemverluste) + 20% (kWh)	120,06
Energiebedarf und Umweltbilanz:	
tägliche Einsatzzeit (h):	9
wöchentliche Einsatzzeit (Tage):	5
jährliche Einsatzzeit (Wochen):	48
Jährliche Einsatzzeit (h):	2160
jährlicher Energiebedarf (kWh):	259.337,09
Gaspreis Cent/kWh:	3,735
Jährliche Kosten	9.686,24 €
Jährliche CO ₂ -Emissionen (t)	52,39
Alternative Wärmerückgewinnung:	
Energieverbrauch Pumpe (kWh)	0,2
Energiekosten el. Strom (Cent/kWh):	16,88
Energieverbrauch Pumpe /Jahr (kWh)	432
Jährliche Kosten:	72,92 €
Jährliche CO ₂ -Emissionen (t):	0,216
Jährliche Kostenersparnis:	9.613,32 €
Jährliche CO ₂ -Reduzierung (t):	52,17

2.3. Darstellung der Umsetzung des Vorhabens

- Mitte Januar: Anlieferung und Entladung sämtlicher Bauteile für den zu erweiternden Rauchgasfilter
- Ende Januar: Anlieferung und Montage der notwendigen Außenverrohrung
- Ende Februar: Montage des Rauchgasfilters
- Mitte März: Anlieferung und Montage der benötigten Innenverrohrung
- Ende März: Inbetriebnahme des Rauchgasfilters,

Der Filter erfüllt die in ihn gesetzte Erwartung und hält die Werte nach BImSchG nach kurzer Einstellungsphase gut ein.

- Mitte Juli: Anlieferung und Montage der beiden notwendigen Wärmetauscher und des Pufferspeichers, zwecks Nutzung der vom Rauchgasfilter zur Verfügung gestellten Energie zur Vorheizung des Kesselspeisewassers
- Ende Juli: Gesamtinbetriebnahme
- Ende Oktober: Messung der Abgaswerte durch ein vom Kreisumweltamt zugelassenes und unabhängiges Unternehmen (Ergo Umweltinstitut GmbH)

2.4. Behördliche Anforderungen

Behördliche Genehmigungen waren nicht erforderlich.

2.5. Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

- Messung der Temperatur des Rauchgases vor Eintritt in die Großfilteranlage
 - Messung der Temperatur des gereinigten Rauchgases bei Austritt aus der Filteranlage
 - Messung der Temperatur des dem Betrieb gelieferten Stadtwassers vor Eintritt in den Pufferspeicher
 - Messung der Temperatur des erwärmten Stadtwassers am Austritt des Pufferspeichers
 - Verwiegung der anfallenden Röcherteermenge in kg
-

3. Ergebnisse

3.1. Bewertung der Vorhabensdurchführung

Durch die Firma Ergo Umweltinstitut GmbH wurde am 28.10.2014 eine Messung an der fertig gestellten Anlage vorgenommen.

Die Messwerte zeigten, dass die Rauchgasreinigungsanlage optimal arbeitet. Die Richtwerte entsprechen den Vorschriften.

Den ausführlichen Bericht der Firma Ergo Umweltinstitut GmbH mit den vorgenommenen Messungen und Daten können der Anlage 3 entnommen werden.

3.2. Stoff- und Energiebilanz

- Das Stadtwasser wurde in den vergangenen Monaten mit einer Temperatur von 8 °C - 10 °C in das Unternehmen eingeleitet.

Nach der Erwärmung im Pufferspeicher erreichten wir eine Temperaturerhöhung des Wassers auf 28 °C - 30 °C. Somit ergibt sich eine Temperaturdifferenz von ca. 20 °C. Diese fällt damit geringer aus, als erwartet wurde. Wir erhofften uns eine Temperaturerhöhung des zukünftigen Kesselspeisewassers auf durchschnittlich 45 °C.

Begründung:

Die zugrunde liegende durchschnittliche Räuchertemperatur und damit die den Wärmetauscher durchströmende durchschnittliche Rauchgastemperatur war um ca. 30 °C niedriger als erwartet. Die höchsten Räuchertemperaturen von über 110 °C werden während des Räucherprozesses nur zu ca. 10% der Gesamtzeit erreicht. Zu 90% der Räucherzeit liegen die Rauchttemperaturen zwischen 60 °C und 80 °C.

Somit beträgt die durchschnittliche Räuchertemperatur während eines Räucherprozesses nicht 110 °C, sondern ca. 80 °C - 85 °C.

- Die spezifische Wärmekapazität von Wasser beträgt 4,19 kJ/l. Um das Wasser um 1 °C zu erwärmen, werden 4,19 kJ benötigt.

$$4,19 \text{ kJ/l} = 4.190 \text{ Ws/l} = 1,16 \text{ Wh/l}$$

$$1,16 \text{ Wh/l} \times 20 \text{ °C nutzbare Temperaturdifferenz} = 23,20 \text{ Wh/l} = 0,0232 \text{ kWh/l}$$

Um die Temperatur von einem Liter Wasser um 20 °C zu erhöhen, werden bei einem Wirkungsgrad von 1 = 0,0232 kWh/l benötigt.

Im Monat werden 643 m³ Kesselspeisewasser für die Dampferzeugung benötigt.

$643 \text{ m}^3 = 643.000 \text{ l} \times 0,0232 \text{ kWh/l} = 14.917,6 \text{ kWh/Monat}$ dafür benötigte Energie

Durch die Nutzung der durch den Erhitzungsprozess entstandenen Energie wird eine Einsparung von ca. 15.000 kWh je Monat erzielt.

Multipliziert man diesen Wert mit 12 (Monate), so ergeben sich 179.011 kWh Ersparnis im Jahr.

Der Brenner des Dampferzeugers erreicht nur einen Wirkungsgrad von 0,94. Deshalb müssen die ersparten 179.011 kWh/ Jahr durch 0,94 geteilt werden. Dies entspricht einer Ersparnis von 190.438 kWh im Jahr.

Zur Verdeutlichung: 190.438 kWh müssten aufgewendet werden, wenn die Vorerhitzung des Kesselspeisewassers auf herkömmliche Art und Weise durchgeführt werden würde.

→ $190.438 \text{ kWh} \times 0,0324 \text{ €/kWh} = 6.170,20 \text{ €}$

Bei unserem derzeitigen Gaspreis ergibt sich eine Kostenersparnis von 6.170,20 € im Jahr.

Damit konnten erfolgreich ca. 3% unseres Gesamtbrennstoffbedarfes an Erdgas eingespart werden.

3.3. Umweltbilanz

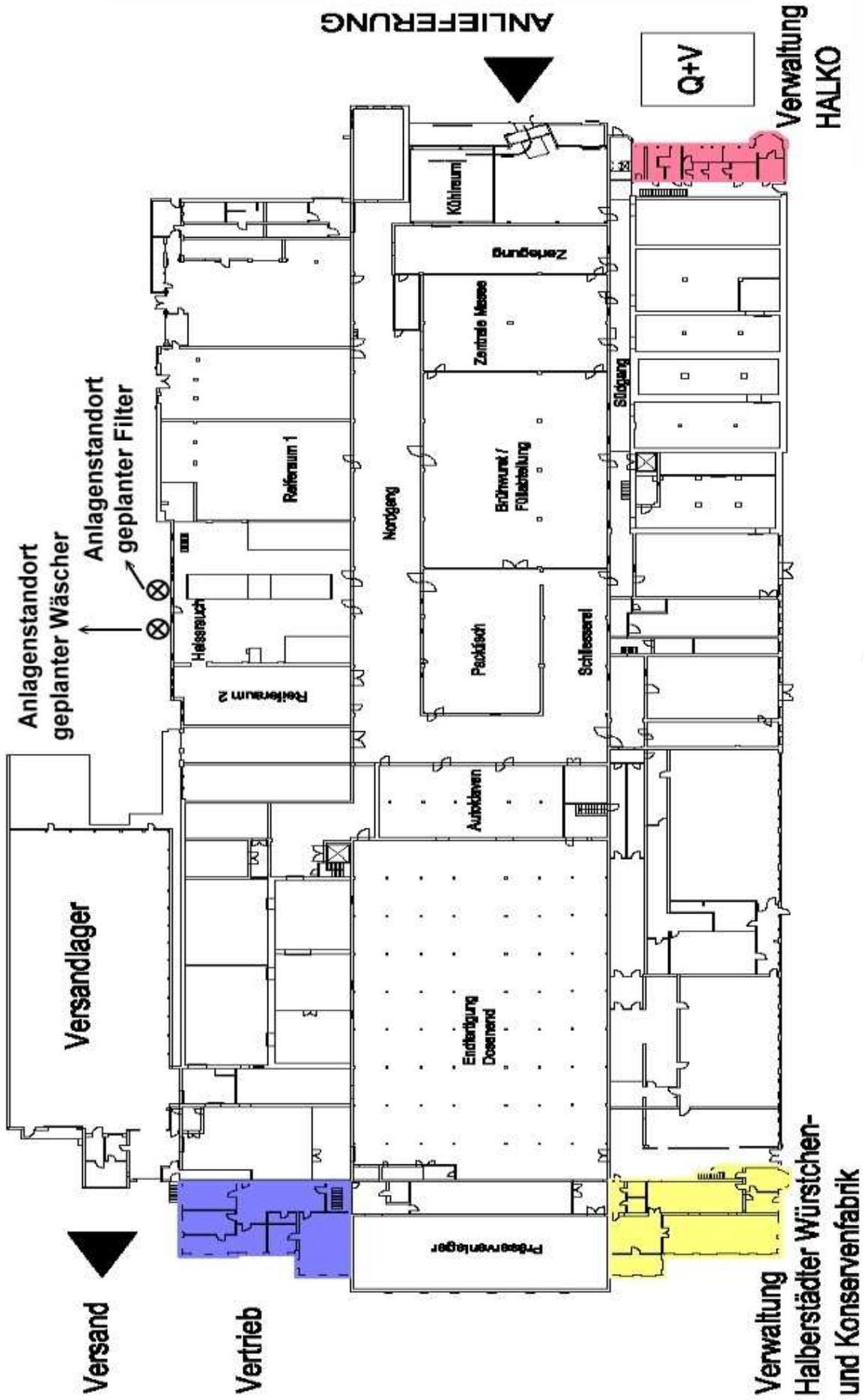
- Pro Woche Fertigung wurden ca. 100 kg Teer dem Räuchergas entzogen und in die dafür tauglichen Fässer abgefüllt. Somit werden im Jahr ca. 5000 kg Teer nicht wie bisher ins Abwasser eingeleitet, sondern einer gesonderten Entsorgung zugeführt.
- Durch die jährliche Einsparung von 190.438 kWh Erdgas verbessert sich der Carbon Footprint des Unternehmens um ca. 38 t Kohlendioxid pro Jahr.

Die Berechnung des Carbon Footprint beruht auf folgenden Daten:

Carbon Footprint je kWh elektrischer Strom: 0,5 kg

Carbon Footprint je m³ Erdgas: 1,99 kg

Bei der Berechnung wurde das durch die Wärmerückgewinnungsanlage eingesparte Erdgas also mit 1,99 kg/ m³ bewertet und die dafür notwendige elektrische Energie (Pumpe) mit dem Mittelwert der deutschen Kraftwerke (0,5 kg/ kWh) gegen gerechnet. Der Stromverbrauch des Elektrofilters wurde in dieser Rechnung nicht berücksichtigt, da es bei der Beurteilung allein um den Zusatzenergieaufwand zur Wärmerückgewinnung ging, der mit den damit einhergehenden Verbrauchseinsparungen beim Gasverbrauch verglichen werden sollte.



Anlage 2



Anlage 3

Messergebnisse der ERGO Umwelt GmbH in Datei B14-0391.pdf

